

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره نوزدهم، شماره یک، بهار ۹۶

مکان یابی محل دفن پسماند شهرستان بوکان با استفاده از منطق بولین و مدل

سلسله مراتبی (AHP)

مصطفی میرآبادی^۱

mirabadi1985@gmail.com

علی حسین عبدی قلعه^۲

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۶

تاریخ دریافت: ۹۴/۴/۸

چکیده

زمینه و هدف: افزایش جمعیت، توسعه صنعت و رشد کمی و کیفی کالاهای مصرفی موجب افزایش میزان پسماندهای تولیدی شده است. طبق گزارشات بخش خدمات شهری شهرداری بوکان، روزانه به طور متوسط ۱۸۹ تن زباله تولید می شود، به طوری که سرانه تولید پسماندهای عادی به ازای هر نفر چیزی در حدود ۶۴۰ الی ۸۲۰ گرم در روز می باشد که نسبت به متوسط کشور ایران با معادل ۶۰۰ تا ۸۰۰ گرم در روز، کمی بالاتر است. لذا انتخاب محل دفن یکی از مراحل و اهداف مهم در مدیریت پسماندهای جامد شهری بوکان می باشد. روش بررسی: پژوهش حاضر از نوع توصیفی-تحلیلی بوده، لذا ضمن شناخت کامل معیارهای مکان یابی از جمله خطوط ارتباطی، فاصله از نقاط روستایی و شهری، حریم آب های سطحی، فاصله از گسل، کاربری زمین، شیب و جهت شیب که نقشی اساسی دارند، با استفاده از منطق بولین و وزن گذاری لایه ها به وسیله مدل AHP در نرم افزار GIS اقدام نموده و در نهایت به انتخاب بهترین مکان جهت دفن پسماند می پردازد.

نتایج: نتایج نظر سنجی از کارشناسان در مدل AHP نشان داد که معیار هیدرولوژی با وزن ۰/۲۳۵، مهم ترین معیار و معیار کاربری اراضی با وزن ۰/۰۲۳ به عنوان کم اهمیت ترین معیار شناخته شدند. هم چنین پس از استخراج لایه های اطلاعاتی معیارها از روی نقشه ها و اولویت بندی محدوده های مکان یابی در ۵ طبقه، معلوم شد که پهنه های اولویت دار قابل توجهی جهت دفن پسماند در شهرستان بوکان وجود دارند که در نهایت محدوده ای با مساحت ۱۳۸ هکتار انتخاب شد. محدوده انتخاب در حدفاصل شهر بوکان و سیمینه و در سمت جنوب روستای کانی شقاق قرار دارد.

بحث و نتیجه گیری: به طور کلی، با توجه به نتایج پژوهش حاضر، می توان اظهار نمود که با تلفیق دو روش بولین و مدل AHP، تا حد قابل قبولی محدوده های اولویت دار برای مکان یابی تعیین می شوند.

واژه های کلیدی: پسماند، بوکان، مکان یابی، AHP، GIS

۱- دانش آموخته دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران* (مسئول مکاتبات)

۲- کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه آزاد اسلامی، مرند، ایران

Landfill locate in Bukan by Boolean logic and Analytical Hierarchy Process (AHP)

Mostafa Mirabadi¹

mirabadi1985@gmail.com

Ali Hussein Abdi²

Abstrac

Background and Objective: Population growth, industrial development and increase in quality and quantity of consumer products has led to the increase of waste generated. According to Department of Municipal Utilities of Bukan an average of 189 tons of waste is generated daily, that means per capita waste generation is about 640 to 820 grams per day, which is slightly higher than the country average (the equivalent of 600 to 800 grams per day). Therefore the selection of a municipal waste landfill is one of the most important steps and goals in management of municipal solid waste of Bukan.

Method: This study is analytical-descriptive, therefore by full recognition of locating criteria such as communicational lines, distance between rural and urban areas, surface waters privacy, distance from fault, land usage, slope and the direction of slope which play critical rule in selecting the waste landfill site and utilizing Boolean Logic and weighting of layers using AHP model in GIS software, the best location for landfill waste is selected based on mentioned criteria.

Findings: Results obtained from the poll of experts in the AHP model has showed that Hydrology criterion with a weight of 0/235 as the most important and land use with a weigh of 0/023 as the least important one have been known. Also after extracting the information layers of criteria from the maps and prioritizing locating ranges in 5 classes, it has been found that there are notable zones to landfill waste in the city of Bokan which ultimately a zone with the area of 138 Hectares is chosen. The selected are is located between Bokan and Simineh and to the south of Kani Shaqaq village.

Discussion and Conclusion: Generally, considering the results of the presented research, it can be said that prioritised ranges for positioning can be determined by combining the Boolean logic method and AHP model, acceptably.

Keywords: Waste, Bukan, Location, AHP, GIS

1- Ph. D. of Geography & Urban Planning, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
*(Corresponding Author)

2-Master of Geography and Urban Planning, Marand Branch, Islamic Azad University, Marand, Iran

مقدمه

بگذارد. به همین دلیل ایجاد تاسیساتی مانند محل دفن، فعالیت دشوار است و استقرار آن نیز اغلب با مخالفت های عمومی روبه رو می شود. از این رو بحث مکان یابی بسیار با اهمیت و تخصصی می باشد. کاملاً آشکار است که تعیین مکان های مناسب مورد نیاز برای این امر از اهمیت بسیاری برخوردار بوده و این اهمیت روز به روز بیشتر خواهد گردید. با توجه به این که پارامترهای زیادی در تعیین پهنه های مناسب دخیل هستند، از این رو می توان از نرم افزارها و مدل های متعددی استفاده نمود که در این صورت درصد خطا نیز کاهش می یابد. نرم افزار GIS یکی از پرکاربردترین نرم افزارها در این تحقیقات است. استفاده از سامانه های اطلاعات مکانی محل دفن پسماند بدون استفاده از مدل های مفهومی و ریاضی امکان پذیر نمی باشد. مدل های مختلفی می تواند در این زمینه استفاده قرار گیرد که رایج ترین آن ها عبارتند از: مدل منطق بولین، مدل های منطق فازی، شاخص هم پوشانی نقشه ها و مدل سلسله مراتبی AHP. در این پژوهش از مدل بولین و AHP و نیز نقشه های زمین شناسی، شیب، گسل، آب های سطحی، راه های شهری و روستایی و دوری و نزدیکی به مناطق مسکونی و کاربری اراضی، به منظور تعیین مکان مناسب جهت محل دفن پسماند شهرستان بوکان استفاده گردیده است. لذا پژوهش حاضر به دنبال بهترین پهنه بندی زمین برای مکان یابی پهنه دفن زباله های شهری با کم ترین آسیب و زیان بر محیط زیست و سلامتی ساکنان و مقرون به صرفه بودن از نظر اقتصادی می باشد.

۲- مروری بر ادبیات تحقیق

۲-۱- پیشینه تحقیق

با توجه به اهمیت موضوع و محسوب شدن آن به عنوان ضروریات طرح توسعه شهری مطالعات متعددی در زمینه مکان یابی دفع مواد زاید جامد شهری انجام گرفته است که می توان به موارد زیر اشاره نمود:

Hendrix and buckly در پژوهشی با عنوان کاربرد GIS در مکان یابی محل دفن مناسب زباله در ایالت ورمونت آمریکا،

شهر مجموعه ای است از پدیده های پیچیده که تمام اجزای آن به صورت سازمان یافته در ارتباط کامل با یک دیگر هستند، به طوری که ایجاد اختلال در هر کدام از اجزای این مجموعه، باعث ایجاد نارسایی کل سیستم می شود (۱). تحولات اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و رشد شتابان شهرها در دهه های اخیر منجر به تحولات عمیقی در شهرسازی کشور شده است. اثرات این تغییرات و تحولات که به صورت تغییر شکل کالبدی و توسعه فضایی شهرها تبلور یافته، نتایج مناسبی در شهرهای کشور نداشته است و باعث توزیع نامناسب خدمات و عدم مکان گزینی صحیح آن ها شده است (۲). یکی از مسایل و معضلات مهم زیست محیطی که اکثر شهرهای کشور با آن رو به رو هستند، مدیریت مواد زاید شهری، صنعتی، درمانی و مواد زاید خطرناک می باشد. رشد روزافزون جمعیت شهری ایران به همراه ایجاد مراکز جمعیتی جدید، فقدان یا سیاست گذاری و ارزیابی عملکردها و فعالیت های گوناگون شهری بر اساس برنامه جامع و کلان ملی (آمایش سرزمین) و تداوم تخلیه انواع زایدات و فاضلابها به محیط زیست، از جمله عوامل بحران زایی است که محیط زیست طبیعی و کیفیت بهداشت و سلامتی انسانها به ویژه شهرنشینان را در معرض خطرات و زیان های گوناگونی قرار داده است (۳). مسایل زیست محیطی، اجتماعی، اقتصادی و اجرایی مختلف که از مواد زاید تولید شده در مناطق شهری حاصل می شود بیشتر مربوط به دفع آن ها می باشد، چرا که از طرفی مکان های قابل دسترسی برای دفن پسماندهای شهری به سرعت در حال کاهش می باشد و از سوی دیگر دفع پسماندها ارتباط مستقیم با بهداشت عمومی، آلودگی آب، خاک و هوا و نیز افزایش گرمای جهانی در اثر تولید گاز متان در مراکز دفن بهداشتی دارد (۴). می توان گفت امروزه مسایل زیست محیطی چالش برانگیزترین حوزه توسعه پایدار را تشکیل می دهد (۵). از موارد مهم در رویکرد کلی مدیریت جامع پسماندهای شهری و روستایی اهمیت مساله مکان یابی محل دفع می باشد. محل دفن می تواند به طور بالقوه بر محیط اطراف اثرات منفی و زیان بار داشته و بر سلامتی جامعه، اقتصاد و محیط زیست تاثیر

پرداخته و در نهایت نقشه مکان‌های مناسب با انجام عملیات میدانی و تاثیر دهی عوامل جانبی را تهیه کردند (۹). در تحقیقی مشابه فرهودی، حبیبی و بختیاری (۱۳۸۴) با عنوان مکان‌یابی محل دفن مواد زاید جامد شهری با استفاده از منطق فازی در محیط GIS و بهره‌گیری از داده‌هایی چون فاصله از محدوده قانونی شهر، فاصله از جاده، فرودگاه، کاربری اراضی، قابلیت اراضی، عوارض مصنوع، گسل، روند توسعه فیزیکی شهر، آب‌های سطحی، جهت باد، تراکم جمعیتی، خاک‌شناسی، هیسومتریک، شیب، جهت شیب، پوشش گیاهی و ... از طریق مدل‌های مختلف تلفیق اطلاعات، در نهایت ۳ حوزه مختلف را برای شهر سنندج مکان‌گزینی نمودند (۱۰). در پژوهشی دیگر پوراحمد و همکاران (۱۳۸۶) استفاده از الگوریتم‌های فازی و GIS را برای مکان‌یابی محل دفن زباله شهر بابلسر، مورد بررسی قرار دادند و مکان‌های مناسبی را برای دفن بهداشتی مواد زاید شهر بابلسر پیشنهاد نموده و در نقشه‌های مختلف ارائه دادند (۱۱).

۲-۲- مبانی نظری

۲-۲-۱- معرفی منطق بولین

وزن‌دهی به واحدها در هر لایه اطلاعاتی در این مدل براساس منطق صفر و یک می‌باشد. به عبارت دیگر عضویت در یک مجموعه یا مناسب است یا نامناسب و حد وسطی وجود ندارد و در نقشه‌های نهایی و تلفیق یافته نیز هر پیکسل یا مناسب است و یا نامناسب تشخیص داده می‌شود. منطق بولین از اپراتورهای NOT, XOR, OR, AND برای این‌که شرط مخصوصی درست است یا غلط استفاده می‌کند (۱۲). مدل منطق بولین اغلب به طور بصری به شکل نمودارهای ون به تصویر کشیده می‌شود. اگر مجموعه A مجموعه مواردی باشد که مثلاً دارای توصیف الف هستند و مجموعه B، مجموعه موارد دارای توصیف ب باشند، آن‌گاه جملات $A \text{ XOR } B$, $A \text{ OR } B$, $A \text{ AND } B$ ، $A \text{ NOT } B$ مواردی را نشان می‌دهند که دارای ترکیبات توصیفی پوشیده توسط بخش‌های هاشور خورده نمودارهای مربوطه ون هستند (۱۳). بدین ترتیب نتیجه نهایی این مدل، انتخاب یک مکان برای فعالیت یا تسهیل خاص است که این محل یا مناسب است (یک) یا نامناسب (صفر) و حالتی غیر از

منطقه ای ۲۱۰ هکتاری را از لحاظ شاخص‌های فیزیکی و اقتصادی چون خاک مناسب، عمق سنگ مادر، کاربری زمین، آب‌های سطحی و زیر زمینی و پهنه بندی ارتفاعی مورد ارزیابی قرار داده و مکان مناسب دفن زباله را در اطراف ناحیه Mad شناسایی نمودند (۶).

Sengthianth با استفاده از GIS پروژه ای برای شهر وینتیان در رابطه با مدیریت مواد زاید انجام داده است. وی با هدف بررسی مجدد مدیریت مواد زاید، عواملی مانند ارزیابی درباره مجموعه ای از مواد زاید و قابل بازیافت از لحاظ صرفه‌های اقتصادی، استفاده از GIS برای مدیریت و نظارت با توجه به اطلاعات تهیه شده در مورد مواد زاید و افزایش آگاهی‌های عمومی در این زمینه را در نظر گرفته است. از سیستم اطلاعاتی جغرافیایی (GIS) برای تهیه نقشه، با توجه به بانک اطلاعاتی مرتبط با کمیت مواد، فضاها و مسیرها بهره‌گیری شده است. همچنین به منظور مطالعه منابع عمومی مواد زاید از روش هم پوشانی استفاده شده است. نا گفته نماند در پروژه مذکور کمبودهایی در زمینه داده‌ها و روش‌های مطلوب مدیریت مواد زاید به چشم می‌خورد (۷).

Contrerasa و همکاران، جهت تحلیل توجیهات سهام‌داران در مورد طرح‌های مدیریت زباله شهری، شهر بوستون آمریکا از روش ترکیبی AHP^۱ و LCA استفاده کرده و به این نتیجه رسیدند که AHP سبب شفافیت نتایج می‌شود و مقایسه زوجی گزینه‌ها که قسمت مهمی از این فرایند است، ارزیابی گزینه‌ها با معیارهای گوناگون از طرف گروه‌های مختلف را آسان می‌کند (۸).

در ایران نیز مطالعاتی صورت گرفته است که به ذکر مواردی از آن اشاره می‌شود:

نیرآبادی و حاجی میر رحیمی (۱۳۸۶) در تحقیق به مدیریت مواد زاید شهری با استفاده از GIS پرداختند و با تعیین محدوده‌های قابل قبول در هر یک از لایه‌ها، در قالب منطق بولین و مدل هم پوشانی شاخص‌ها و با استفاده از عمل‌گرهای بافرینگ (Buffering) و مجاورت به تجزیه و تحلیل لایه‌ها

تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است، زیرا امکان فرموله کردن مسایل پیچیده طبیعی را به صورت سلسله مراتب فراهم می‌کند و همچنین امکان در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی در مساله را دارد (۱۶). AHP بر مبنای مقایسه زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌نماید. همچنین میزان سازگاری و ناسازگاری تصمیم را نشان می‌دهد (میزان سازگاری ماتریس در این پژوهش ۰/۰۲ می‌باشد که قابل قبول است) که از مزایای ممتاز این روش در تصمیم‌گیری چند معیاره بوده و از یک مبنای تئوریک قوی برخوردار است. کلیه مقایسه‌ها در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به صورت زوجی انجام می‌گیرد، که در این مقایسه‌ها تصمیم‌گیرندگان از قضاوت‌های شفاهی استفاده خواهند کرد، به گونه‌ای که اگر عنصر i با عنصر j مقایسه شود، تصمیم‌گیرنده خواهد گفت که اهمیت i بر j یکی از حالات جدول (۱) است که توسط توماس ساعتی ارائه گردیده است.

این دو وجود ندارد. مزیت و امتیاز دیگر این رویکرد، سهولت و سادگی آن است. ترکیب منطقی نقشه‌ها در یک GIS بطور مستقیم قابل قیاس با انباشتن فیزیکی نقشه‌ها بر روی یک میز نور است؛ اما به‌طور معمول مناسب نیست که برای هر یک از معیارهای ترکیب شده اهمیت یکسان قایل شد. معیارهای مختلف باید بر حسب اهمیت نسبی خود وزن داده شوند (۱۴).

۲-۲-۲- معرفی مدل AHP

این روش ابتدا در سال ۱۹۸۰ توسط توماس ال ساعتی پیشنهاد شده و تا کنون کاربردهای متعددی در علوم مختلف داشته است. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) روشی است منعطف، قوی و ساده که برای تصمیم‌گیری در شرایطی مورد استفاده قرار می‌گیرد که معیارهای تصمیم‌گیری متضاد انتخاب بین گزینه‌ها را با مشکل مواجه می‌سازد (۱۵). این روش براساس مقایسه‌های زوجی عوامل بنا نهاده شده و امکان بررسی سناریوهای مختلف را به مدیران و تصمیم‌گیران می‌دهد. این روش یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده برای

جدول ۱- مقادیر ترجیحات برای مقایسه‌های زوجی (۱۷)

Table 1- Preferences values for paired comparisons (17)

مقدار عددی	ترجیحات (قضاوت شفاهی)
۹	کاملاً "مرجح (Extremely Preferred)
۷	مطلوبیت خیلی قوی (Very strongly Preferred)
۵	مطلوبیت قوی (strongly Preferred)
۳	کمی مطلوب‌تر (Moderately Preferred)
۱	مطلوبیت یکسان (Equally Preferred)
۲ و ۴ و ۸	ترجیحات بین فواصل فوق

مختلف آماده شده است. مقدار CI نیز از رابطه (۱) محاسبه می‌گردد (۱۸).

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

که n تعداد معیارها و λ_{\max} بزرگترین مقدار ویژه است. اگر مقدار CR از ۰/۱ بیشتر شود، باید در وزن‌ها تجدید نظر کرد. در پژوهش حاضر میزان سازگاری ۰/۰۲ است که قابل قبول می‌باشد.

بعد از تعیین اهمیت معیارها نسبت به یکدیگر نباید میزان سازگاری سیستم (CR^1) از ۰/۱ بیشتر باشد، که CR از تقسیم شاخص سازگاری (CI^2) بر متوسط شاخص سازگاری (RI) محاسبه می‌شود، یعنی $CR = CI/RI$. مقدار RI نیز توسط Vargas and Saaty در سال ۱۹۹۱ برای ماتریس‌ها در ابعاد

- 1-Consistency Ratio
2-Consistency Index

آب‌های سطحی و کاربری اراضی، نقشه اولویت بندی محل‌های دفع پسماند شهرستان بوکان بر اساس مدل AHP نیز ارائه شده است. شایان ذکر است که مقایسه زوجی معیارها جهت وزن دهی توسط کارشناسان علمی و اجرایی مرتبط با موضوع انجام شده است. بدین صورت ۳ نفر در رشته جغرافیا و برنامه ریزی شهری، ۲ نفر در رشته منابع طبیعی و محیط زیست و ۲ نفر در رشته ژئومورفولوژی با مقاطع تحصیلی دکتری (۲ نفر)، دانشجوی دکتری (۲ نفر) و کارشناسی‌ارشد (۳ نفر)، مورد نظرخواهی قرار گرفتند. در آخر انتخاب محدوده نهایی بین دو محدوده با اولویت اول و اولویت دوم صورت گرفته است.

باشد. برای محاسبه وزن نهایی^۱ در روش AHP از روش‌های مختلف ترکیب وزنی استفاده می‌شود. روش ترکیب وزنی ساده^۲ از جمله روش‌هایی است که غالباً مورد استفاده قرار می‌گیرد و ویژگی‌ها از طریق رابطه (۲) با یکدیگر ترکیب می‌شوند:

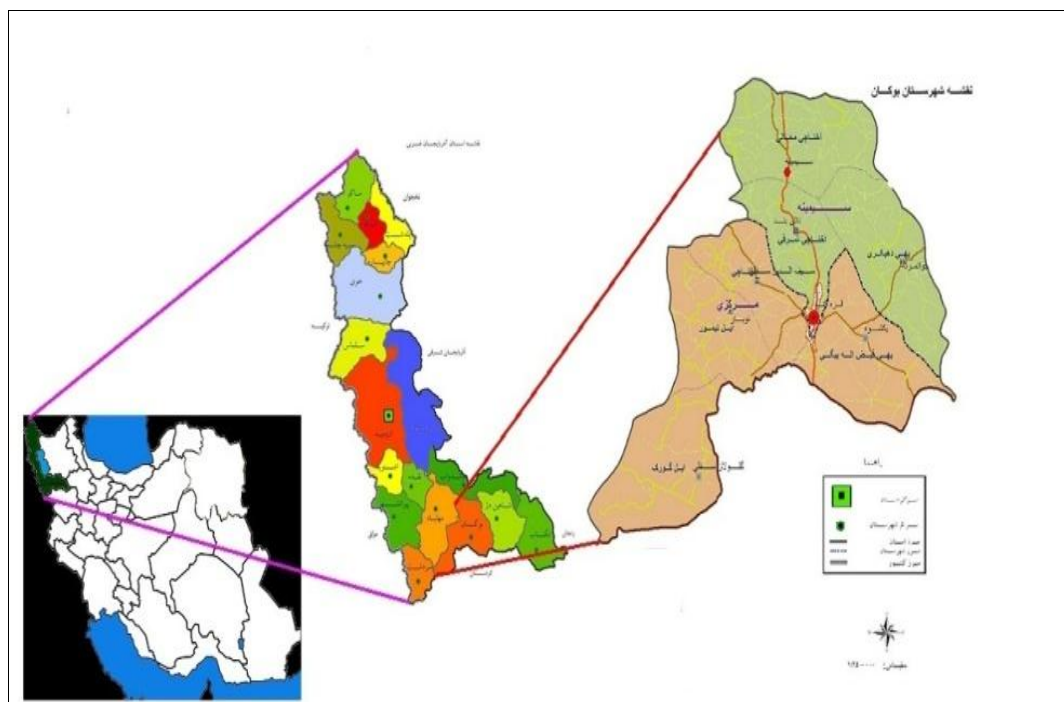
$$A_i = \sum_j w_j x_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

قابل ذکر است که در روش ترکیب وزنی ساده دو فرض Additivity و Linearity مد نظر قرار می‌گیرند که اولی اشاره به این دارد که ارتباط بین مقادیر یک ویژگی خطی است، به عبارتی اضافه شدن یک مقدار به عدد ۵ و ۵۰ یکسان است، در حالی که دومی اشاره به استقلال بین لایه‌ها دارد که اغلب این شرط صادق نیست. عیب دیگر این روش این است که از مبنای تئوریک قوی برخوردار نمی‌باشد (۱۹).

۳- مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع کاربردی بوده و روش تحقیق آن توصیفی-تحلیلی می‌باشد. شیوه گردآوری اطلاعات در آن، اسنادی، میدانی و نرم افزاری است که از مواد و داده‌های ذیل برای تولید و تحلیل معیارهای مورد استفاده در پژوهش بهره گرفته شده است. نقشه‌های توپوگرافی شهرستان بوکان، مدل رقومی ارتفاع (DEM^۳) حاصل از نقشه‌های توپوگرافی، نقشه شیب در کلاس‌های مورد نظر مطابق با اهداف طرح، نقشه کاربری اراضی، جاده‌های ارتباطی و مناطق حفاظت شده، نقشه گسل‌های استخراجی از نقشه زمین شناسی، لایه اطلاعاتی مکان‌ها و مراکز شهری و روستایی و لایه آب‌های سطحی. بر این اساس لایه‌ها در محیط ARC GIS مورد بازبینی و دقت سنجی قرار گرفته و از لحاظ هم‌پوشانی کاملاً تطبیق داده شدند. همچنین سیستم تصویر و مختصات جغرافیایی آن‌ها در ناحیه ۳۸ سیستم معکوس مرکاتور جهانی قرار داده شد. در نهایت نقشه‌های خروجی تحلیلی با توجه به نوع تحلیل از دو طریق بولین و مدل سلسله مراتبی AHP حاصل گردید که در ادامه ضمن ارایه نقشه‌های دسترسی به روستا، دسترسی به شهر، دسترسی به راه، شیب زمین، فاصله از گسل، فاصله از

- 1 - Overall priority
- 2 - Simple additive weighting
- 3- Digital Elevation Model



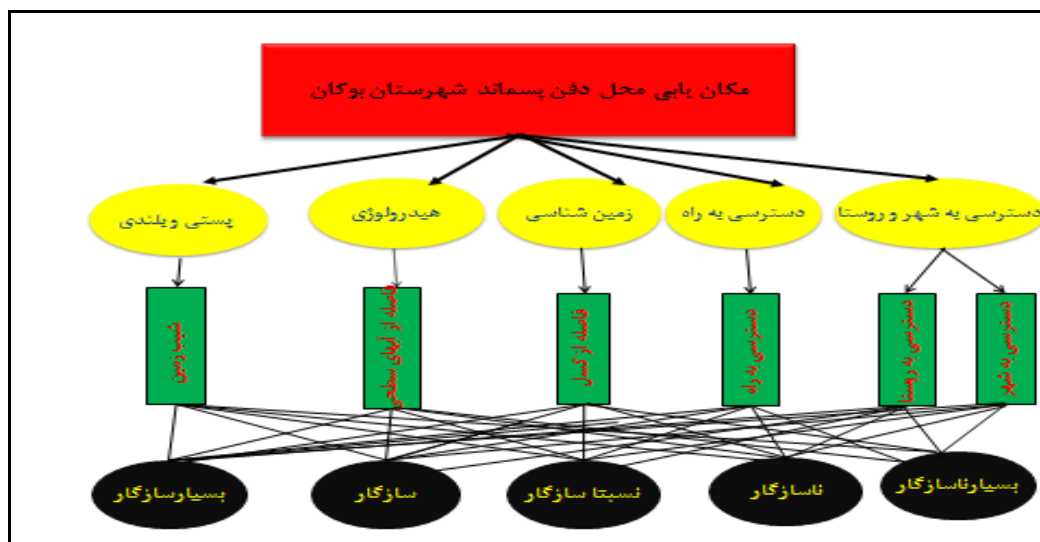
شکل ۱- نقشه موقعیت محدوده مورد مطالعه

Figure 1- Map of study area (relative position of bukan city)

۴- محدوده مورد مطالعه

سطح دریا بوده و از سطح شهرستان ۳۰/۳۱ درصد را اراضی کوهستانی، ۲۹/۷۳ درصد را تپه ها و ۳۹/۹۶ درصد بقیه را اراضی دشتی، سیلابی و ... تشکیل می دهند. این شهرستان دارای ۲ بخش به نام های مرکزی و سیمینه و دو شهر به نام های سیمینه و بوکان و ۷ دهستان و ۱۹۷ آبادی است که طبق آمار و اطلاعات سال ۱۳۹۰، ۱۷۹ آبادی دارای سکنه و ۱۸ آبادی فاقد سکنه می باشند. جمعیت شهرستان بوکان براساس سرشماری سال ۱۳۹۰، ۲۲۴۶۲۸ نفر بوده است که به صورت ۵۶۱۰۵ خانوار می باشند. از این تعداد ۱۷۱۷۷۳ نفر در قالب ۴۳۵۴۳ خانوار در نقاط شهری و ۵۲۸۵۵ نفر در قالب ۱۲۵۶۲ خانوار در نقاط روستایی این شهرستان ساکن بوده اند (۲۰).

شهرستان بوکان یکی از شهرستان های ۱۲ گانه استان آذربایجان غربی و مرکز شهرستان بوکان می باشد این شهرستان در ۲۲۶ کیلومتری جنوب شرقی مرکز استان آذربایجان غربی و در جنوب شهرستان میاندوآب قرار گرفته است که طول جغرافیایی آن ۴۶ درجه و ۱۳ دقیقه و عرض جغرافیایی آن ۳۶ درجه و ۲۲ دقیقه و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۷۰ متر می باشد. از شمال به میاندوآب، از جنوب به سقز، از شرق به شاهین دژ و از غرب به حومه مهاباد و سردشت محدود می شود. شهرستان بوکان با وسعت ۲۵۴۱/۳۰۶ کیلومتر مربع، حدود ۶/۵۰ درصد از سطح استان را به خود اختصاص می دهد. این شهرستان در ارتفاعی حدود ۱۰۰۰ تا بیش از ۲۰۰۰ متر از



شکل ۲- ساختار سلسله مراتبی مکان یابی محل دفن پسماند شهرستان بوکان در مدل AHP، ماخذ: نگارندگان

Figure 2- Hierarchical structure of Bukan landfill locate in AHP model (Source: authors)

حمل و نقل پسماند را بالا ببرد و محدودیت‌های اقتصادی به بار آورد و نه آن قدر کم باشد که آسیب‌ها و مشکلات زیست محیطی را متوجه انسان و محل زندگی‌اش نماید. در جدول زیر فاصله‌های مناسب و نامناسب در سه ردیف تا ۱۰۰ متر و ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر و ۳۰۰۰ متر به بالا تعریف شده است.

۵- یافته ها

جهت مکان‌یابی در سامانه اطلاعات جغرافیایی باید عوامل موثر، معیارها و محدودیت‌ها به صورت لایه‌های نقشه تهیه شده و مورد پردازش و تحلیل قرار بگیرند (۲۱).

راه دسترسی: یکی از مهم ترین عوامل در مکان‌یابی محل دفن پسماند شهرستان بوکان، عامل دسترسی به محل دفن می باشد، به طوری که این فاصله نه آن قدر زیاد باشد که هزینه

جدول ۲- مناسب بودن مکان براساس فاصله از راه‌های دسترسی (۲۲) و (۲۳)

Table 2- The suitability of the location based on distance from access (22) & (23)

فاصله	محدودیت
تا ۱۰۰ متر	محدوده نامناسب به جهت نزدیکی
۱۰۰۰-۳۰۰۰	محدوده مناسب
بالای ۳۰۰۰ متر	محدوده نامناسب به دلیل افزایش هزینه‌های راه سازی

مناسب به دلیل هزینه مناسب حمل و نقل و دسترسی مناسب و همچنین فاصله بالای ۲۰۰۰۰ متر محدوده نامناسب به دلیل افزایش هزینه‌های انتقال، ارزیابی شده است.

فاصله از شهر: فاصله از شهر از دیگر عوامل مهمی است که در مکان‌یابی پسماند شهرستان بوکان با توجه به دو شهر سیمینه و بوکان در نظر گرفته شده است، به طوری که فاصله ۰ تا ۳۰۰۰ متر، محدوده نامناسب به دلیل نزدیکی و اثرگذاری منفی بر محیط زیست انسان و فاصله ۳۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ متر

جدول ۳- مناسب بودن مکان براساس فاصله از نقاط شهری (۲۲) و (۲۳)

Table 3-The suitability of the location based on distance from urban areas (22) & (23)

محدودیت	فاصله
محدوده نامناسب به جهت نزدیکی	تا ۳۰۰۰ متر
محدوده مناسب	۳۰۰۰ - ۲۰۰۰۰
محدوده نامناسب به دلیل افزایش هزینه‌های انتقال	بالای ۲۰۰۰۰ متر

شهرستان، دارای شرایط خاصی است. از این رو فاصله ۰ تا ۲۵۰۰ را محدوده نامناسب و فاصله ۲۵۰۰ به بالا را محدوده مناسب در نظر گرفته ایم.

فاصله از روستا: عامل دیگر در مکان‌یابی محل دفن پسماند فاصله از روستاهاست. شهرستان بوکان با دارا بودن ۱۹۷ روستا به دلیل تعداد زیاد روستاها و هم‌چنین پراکندگی شان در سطح

جدول ۴- مناسب بودن مکان براساس فاصله نقاط روستایی (۲۲) و (۲۳)

Table 4- The suitability of the location based on distance from rural areas (22) & (23)

محدودیت	فاصله
محدوده نامناسب به جهت نزدیکی	تا ۲۵۰۰ متر
محدوده مناسب	بالای ۲۵۰۰ متر

به زمین، لازم است تا حد امکان محل دفن پسماند از آب‌های سطحی فاصله داشته باشد.

حریم آب‌های سطحی: عامل چهارم در مکان‌یابی محل دفن پسماند شهرستان بوکان، حریم آب‌های سطحی است. جهت جلوگیری از آلودگی آب‌های سطحی و زیر زمینی وعدم نفوذ آن

جدول ۵- مناسب بودن مکان بر اساس فاصله از آب‌های سطحی (۲۲) و (۲۳)

Table 5- The suitability of the location based on distance from surface waters (22) & (23)

محدودیت	فاصله
محدوده نامناسب از جهت نزدیکی	تا ۱۰۰ متر
محدوده مناسب	بالای ۱۰۰ متر

مورفودینامیک و ناپایداری محیط اثر می‌گذارند (۲۴). بدین منظور ضرورت دارد فاصله مناسب از حریم گسل‌ها را در نظر داشته باشیم.

حریم گسل‌ها: گسل‌ها از آثار مربوط به حرکات تکتونیکی هستند که خود در خلق آثار ژئومورفیک و امثال آن نقش قابل توجهی دارند گسل‌ها دارای جابه‌جایی قائم با ایجاد اختلاف سطح، درجوان شدن ناهمواری و در نتیجه فعال شدن

جدول ۶- مناسب بودن مکان بر اساس فاصله از گسل (۲۲) و (۲۳)

Table 6- The suitability of the location based on distance from fault (22) & (23)

فاصله	محدودیت
تا ۱۰۰ متر	محدوده نامناسب به جهت نزدیکی
بالای ۱۰۰ متر	محدوده مناسب

جنگل و تالاب نباشد. بر این اساس کاربری‌ها برحسب ارزش کاربری برای مکان محل دفن پسماند، صفر و یک و دو و سه ارزش گذاری شده و مناسب و نامناسب بودن آن برای مکان محل دفن پسماند تشخیص داده می شود.

کاربری اراضی: کاربری مستقر در یک منطقه نباید باعث مزاحمت و مانع اجرای فعالیت‌های دیگر گردد از طرفی در مکان‌یابی محل دفع پسماند باید دقت نمود که محل مورد نظر دارای کاربری‌های با ارزشی چون اراضی مرغوب کشاورزی،

جدول ۷- مناسب بودن مکان بر اساس نوع کاربری زمین (۲۲) و (۲۳)

Table 7- The suitability of the location based on land use type (22) & (23)

نوع کاربری	محدودیت
اراضی مرتعی	محدوده مناسب
اراضی دیمی	محدوده مناسب
اراضی فرسایش یافته بلا استفاده	محدوده مناسب
سایر کاربری‌ها	نامناسب

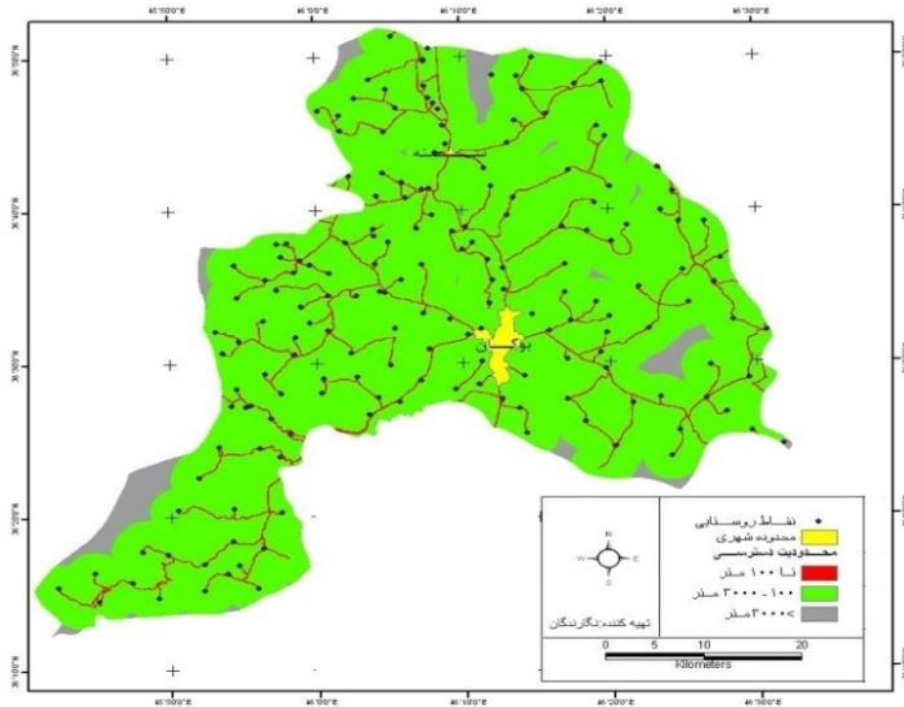
معینی شیب نیاز دارد و از سوی دیگر شدیداً متأثر از تغییرات شیب و ناپایداری دامنه هاست (از جمله مکان‌های دفن پسماند). زیرا این سطوح به سبب دخالت و تسلط فرآیندهای آغازین، نیروی ثقل و رواناب سطحی بسیار دینامیک و پویا هستند و لذا متحمل انواع حرکات دامنه‌ای (ریزش، خزش، لغزش و جریان و نظایر آن) می‌گردند. بنابراین در مکان‌یابی تاسیسات نقش و عملکرد شیب باید به دقت مد نظر قرار گیرد (۲۴).

شیب سازگار: دامنه‌ها و سطوح شیب دار اگرچه کمتر به تصرف انسان در آمده اند، اما برخی از فعالیت‌های انسانی نظیر کشاورزی تراس بندی شده یا کشت دیم، طرق ارتباطی و جاده‌های بین شهری، دکل‌های مربوط به خطوط انتقال نیرو، پروژه های آب‌رسانی، بخشی از پیکره شهرهای کوهستانی، پایکوهی و یا دره‌ای و دیگر مستحذات بر روی دامنه‌ها استقرار یافته اند. احداث برخی از این تاسیسات از یک سو به مقدار

جدول ۸- مناسب بودن مکان بر اساس شیب (۲۲) و (۲۳)

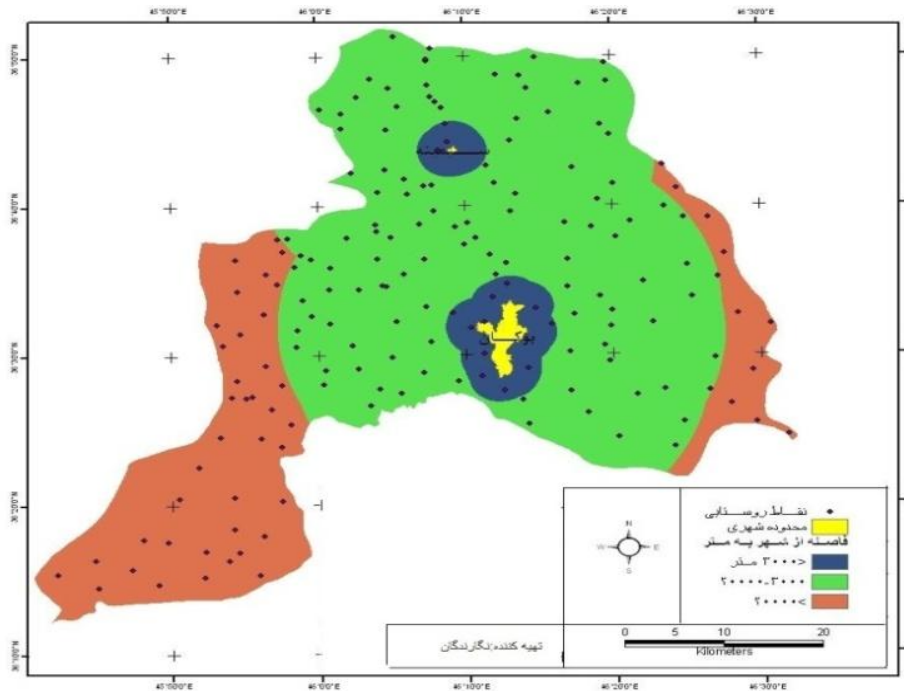
Table 8- The suitability of the location based on land slope (22) & (23)

فاصله	محدودیت
زیر ۴۰ درصد	محدوده مناسب
بالای ۴۰ درصد	محدوده نامناسب



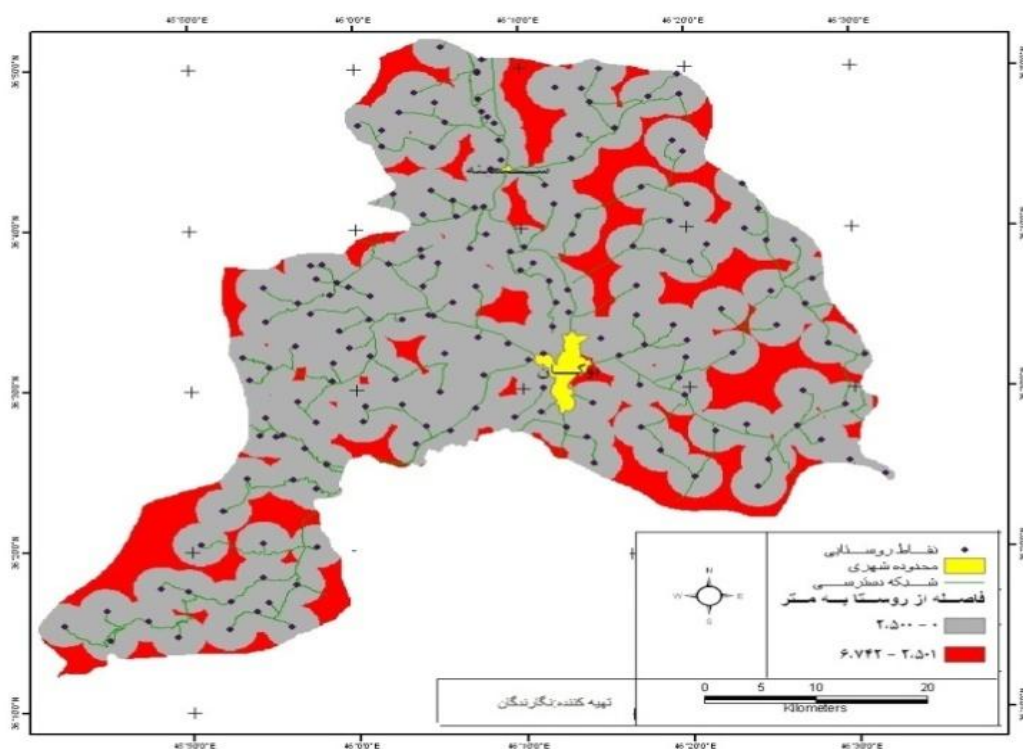
شکل ۳- نقشه فاصله از راه های دسترسی شهرستان بوکان، ماخذ: نگارندگان

Figure 3- Map of distance from access in bukan city (Source: authors)



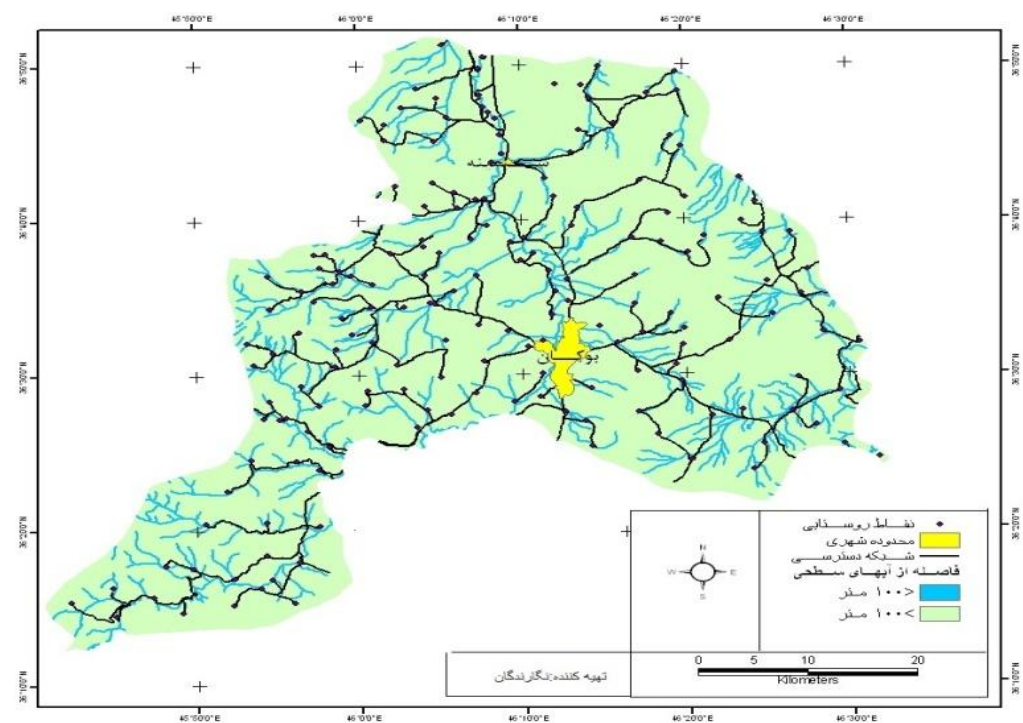
شکل ۴- نقشه فاصله از نقاط شهری شهرستان، ماخذ: نگارندگان

Figure 4- Map of distance from urban areas in bukan city (Source: authors)



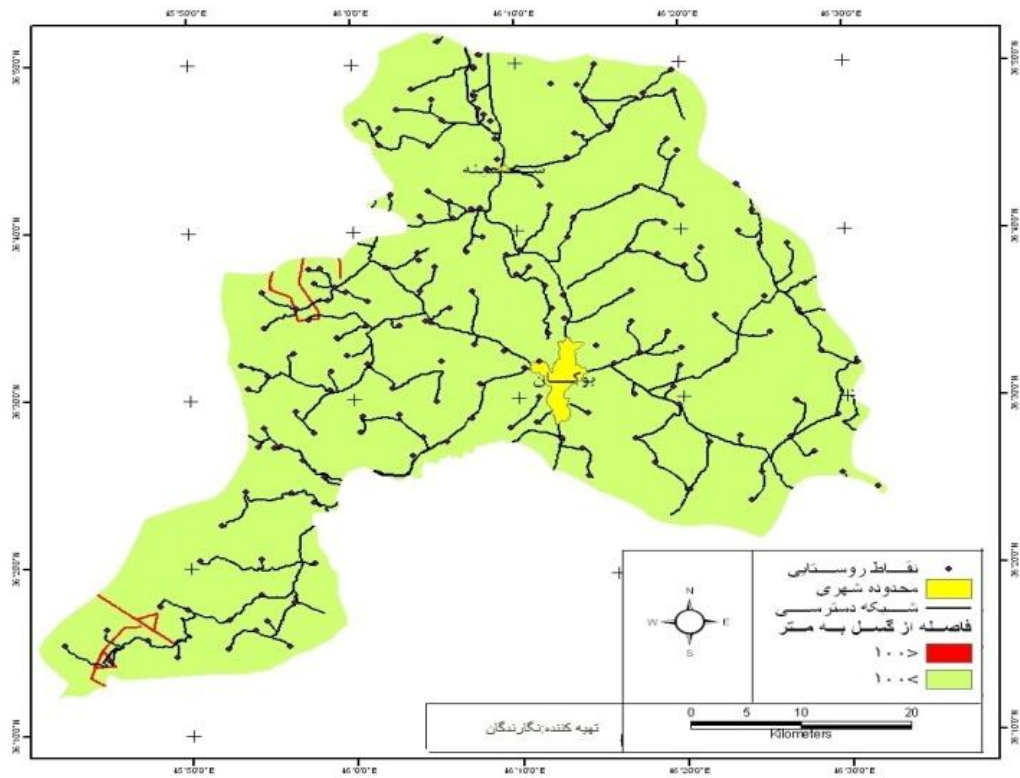
شکل ۵- نقشه فاصله از نقاط روستایی شهرستان بوکان، ماخذ: نگارندگان

Figure 5- Map of distance from rural areas in bukan city (Source: authors)



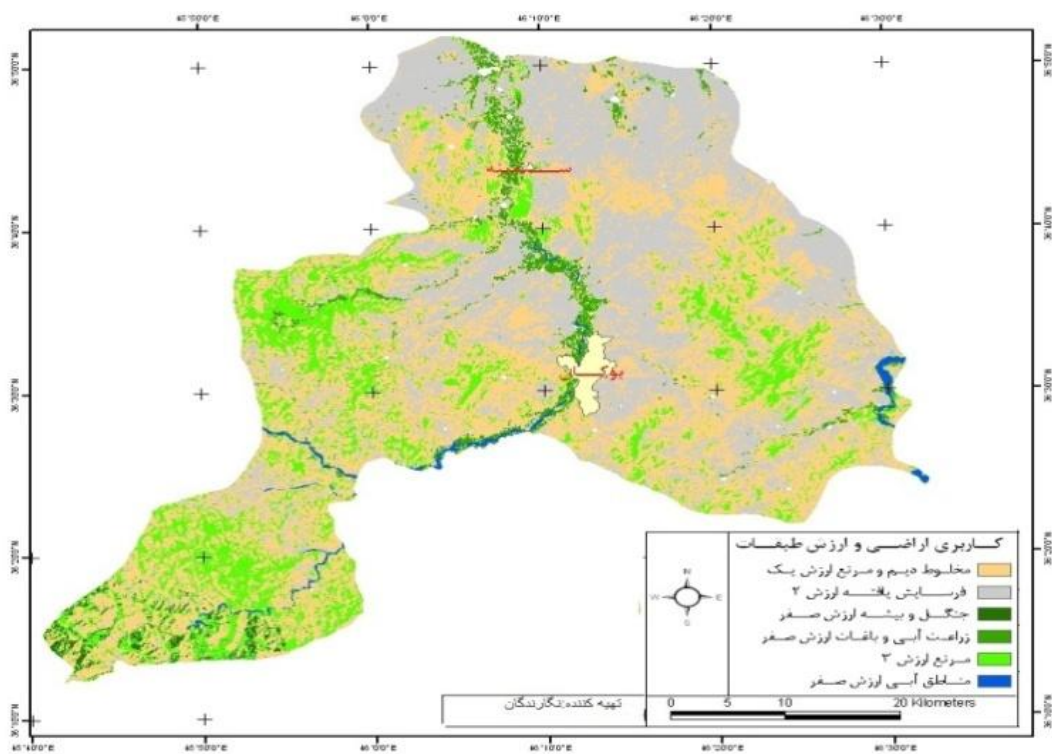
شکل ۶- نقشه فاصله از آبهای سطحی شهرستان بوکان، ماخذ: نگارندگان

Figure 6- Map of distance from surface waters in bukan city (Source: authors)



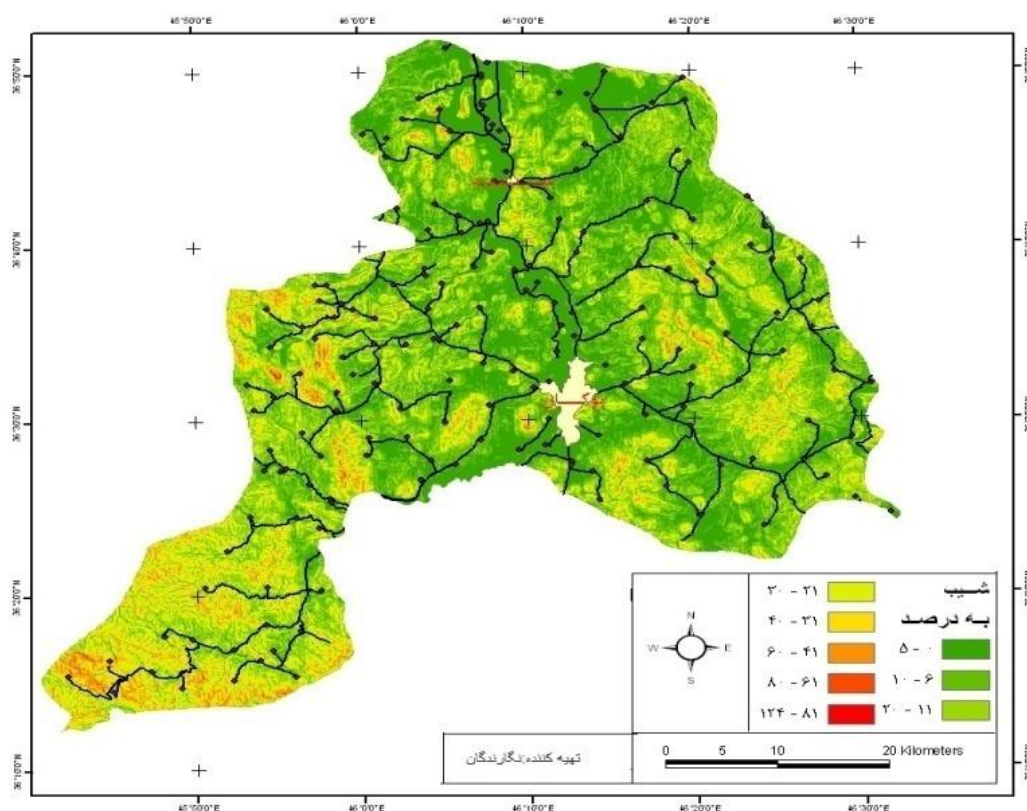
شکل ۷- نقشه فاصله از گسل های شهرستان بوکان، ماخذ: نگارندگان

Figure 7- Map of distance from fault in bukan city (Source: authors)



شکل ۸- نقشه ارزش طبقات کاربری اراضی در شهرستان بوکان، ماخذ: نگارندگان

Figure 8- Map of value of land use classes in bukan city (Source: authors)



شکل ۹- نقشه طبقه بندی شیب شهرستان بوکان، ماخذ: نگارندگان

Figure 9- Map of slope classification in bukan city (Source: authors)

۵-۱- ترکیب لایه‌ها با استفاده از مدل AHP

Reclassify شده و تبدیل به رستر گردیده اند. در گام بعدی، لایه‌ها در مدل AHP دو به دو با هم در یک ماتریس مقایسه شده‌اند که به شرح زیر می‌باشد:

جهت یافتن مکان بهینه باید لایه‌های پستی و بلندی، هیدرولوژی، زمین شناسی، دسترسی به راه، دسترسی به شهر و دسترسی به روستا را بر اساس ارزش لایه‌ها و با Cellsize یکسان با هم دیگر ترکیب کنیم. هر یک از لایه‌ها با ارزش ۱ تا ۹ ارزش‌گذاری شده اند، همچنین لایه های مذکور

جدول ۹- مقایسه زوجی زیر معیارها

Table 9- Paired comparisons of subset criteria (Source: research findings)

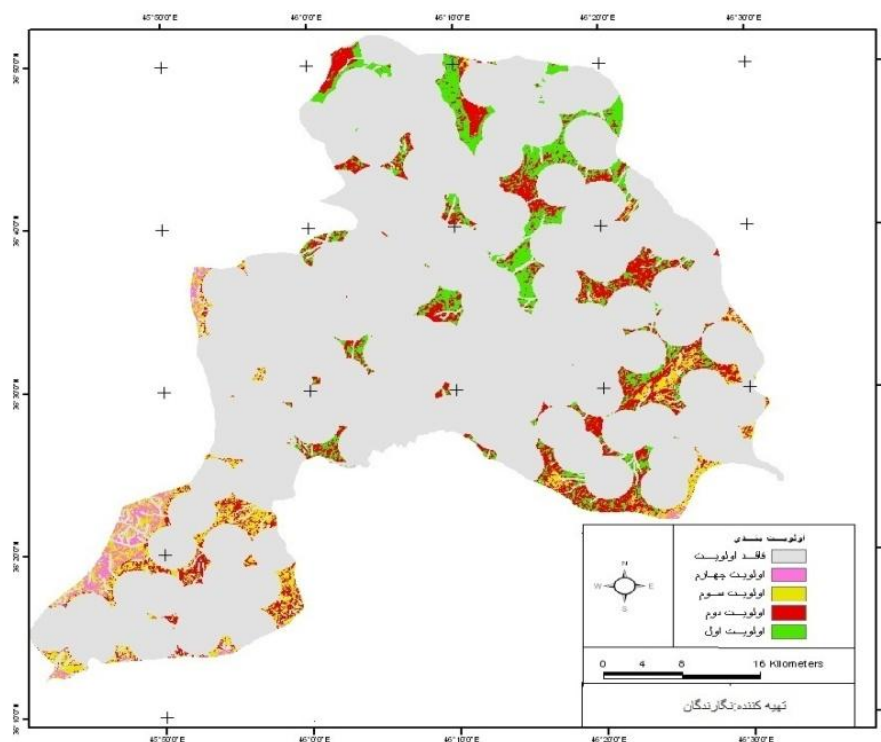
معیارها	هیدرولوژی	فاصله از شهر	فاصله از روستا	فاصله از غسل	دسترسی به راه	شیب	کاربری	وزن معیار
هیدرولوژی	۱	۲	۲	۳	۴	۸	۹	۰/۳۲۵
فاصله از شهر	۰/۵	۱	۲	۲	۳	۷	۸	۰/۲۳۲
فاصله از روستا	۰/۵	۰/۵	۱	۲	۲	۶	۷	۰/۱۷۲
فاصله از غسل	۰/۳۳۳	۰/۵	۰/۵	۱	۲	۵	۶	۰/۱۲۷
دسترسی به راه	۰/۲۵	۰/۳۳۳	۰/۵	۰/۵	۱	۴	۵	۰/۰۸۹
شیب	۰/۱۲۵	۰/۱۴۲	۰/۱۶۶	۰/۲	۰/۲۵	۱	۲	۰/۰۳۲
کاربری	۰/۱۱۱	۰/۱۲۵	۰/۱۴۲	۰/۱۶۶	۰/۲	۰/۵	۱	۰/۰۲۳
جمع	۲/۸۱۹	۴/۶	۶/۳۰۸	۸/۸۶۶	۱۲/۴۵	۳۱/۵	۳۸	۱
میزان سازگاری: ۰/۰۲ سازگاری ماتریس زیر معیارها قابل قبول است								

منبع: یافته های تحقیق

۵-۲- اولویت بندی محدوده ها جهت دفن پسماند

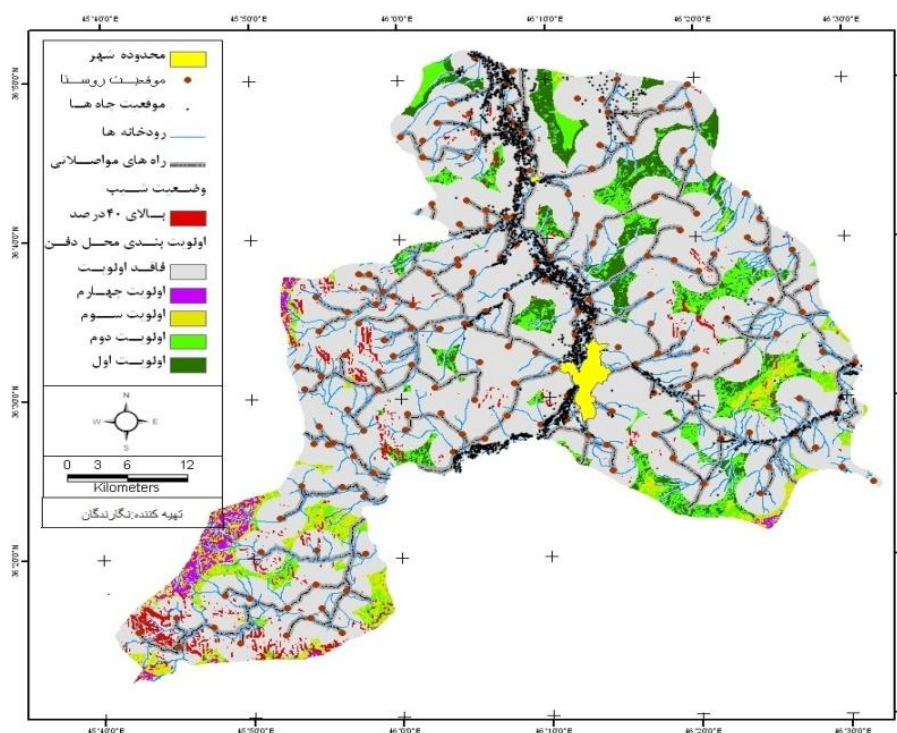
رنگ قرمز، محدوده دارای اولویت سوم با رنگ زرد، محدوده دارای اولویت چهارم با رنگ بنفش و محدوده فاقد شرایط جهت دفن پسماند با رنگ خاکستری نشان داده شده است.

در رابطه با اولویت بندی محدوده ها جهت دفن پسماند، همان طور که در نقشه (۱۰) نشان داده است، محدوده مناسب دارای اولویت با رنگ سبز، محدوده مناسب دارای اولویت دوم با



شکل ۱۰- اولویت بندی محدوده‌های دفن پسماند، ماخذ: نگارندگان

Figure 10- Map of prioritization of landfills (Source: authors)

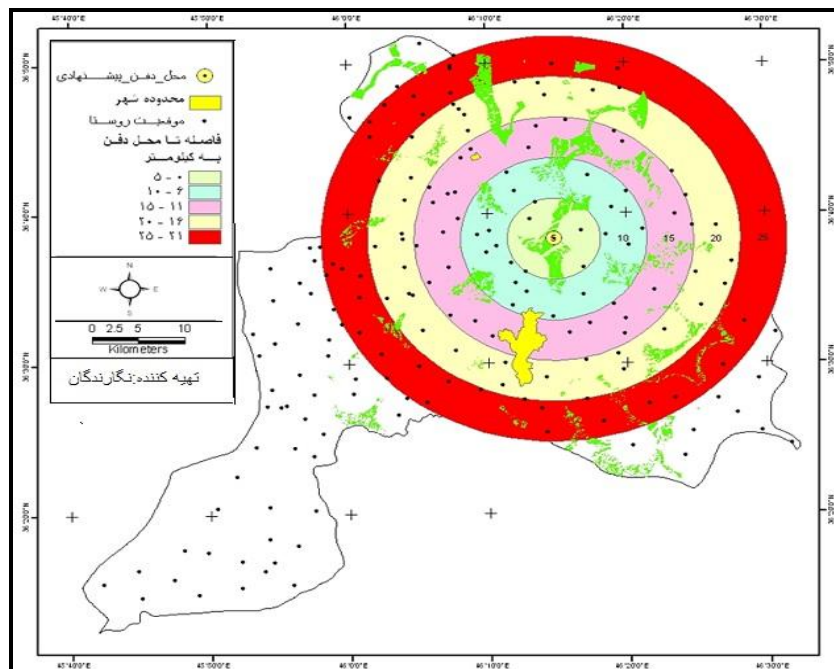


شکل ۱۱- نقشه اولویت بندی محدوده‌ها و سایر لایه‌ها، ماخذ: نگارندگان

Figure 11- Map of prioritization of landfills and other layers (Source: authors)

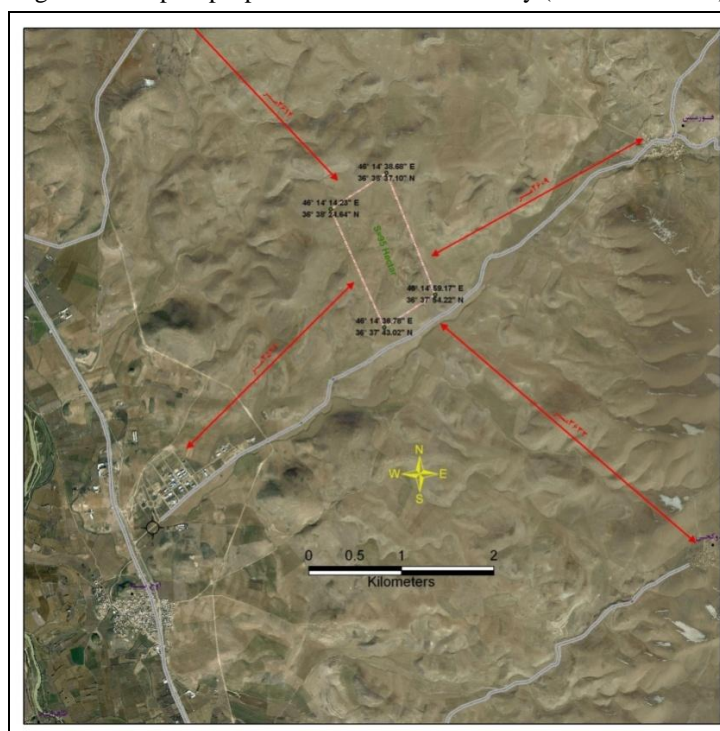
زباله، محدوده ای به مساحت حدوداً ۱۳۸ هکتار جهت دفن پسماند شهرستان بوکان در وضع موجود و همچنین برای ۲۰ سال آینده انتخاب شده است (شکل ۱۲ و ۱۳).

شایان ذکر است با توجه به عواملی همچون جهت باد غالب، ارتفاع و موقیت نسبی و همچنین استفاده از نظر کارشناسان مذکور، از بین محدوده‌های دارای اولویت اول و دوم برای دفن



شکل ۱۲- نقشه محل پیشنهادی دفن پسماند شهرستان بوکان، ماخذ: نگارندگان

Figure 12-Map of proposed landfill in bukan city (Source: authors)



شکل ۱۳- موقعیت محل دفن پسماند شهرستان بوکان، ماخذ: نگارندگان

Figure 13- location of landfill in bukan city (Source: authors)

جدول ۱۰- مختصات جغرافیایی محدوده انتخابی از بین محدوده‌های مکان‌یابی شده

Table 10- Geographical coordinates of selected range between located range

رئوس	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
A	۴۶°۱۴'۱۴.۲۳"E	۳۶°۳۸'۲۴.۶۴"N
B	۴۶°۱۴'۳۸.۶۸"E	۳۶°۳۸'۳۷.۱۰"N
C	۴۶°۱۴'۵۹.۱۷"E	۳۶°۳۸'۵۴.۲۲"N
D	۴۶°۱۴'۳۶.۷۸"E	۳۶°۳۷'۴۳.۰۲"N

منبع: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری

از نتایج قابل ذکر این پژوهش، در وهله اول می‌توان به میزان اهمیت معیارها مورد مطالعه اشاره کرد. بدین صورت که نتایج نظر سنجی از کارشناسان در مدل AHP نشان داد که معیار هیدرولوژی با وزن ۰/۲۳۵، مهم‌ترین معیار و معیار کاربری اراضی با وزن ۰/۰۲۳ به عنوان کم اهمیت‌ترین معیار شناخته شدند. همچنین لایه‌های اطلاعاتی استخراج شده از نقشه‌ها براساس معیارهای مورد مطالعه نشان می‌دهد که پهنه‌های قابل توجهی از مناطق اولویت دار در سطح شهرستان بوکان جهت انتخاب محل دفن پسماند وجود دارد (شکل ۱۱) که این می‌تواند دست برنامه‌ریزان را در انتخاب بازتر نگه دارد. از این رو مناطق مورد انتظار از دو محدوده اولویت اول و اولویت دوم به عنوان مناطق مناسب جهت دفن پسماند پیشنهاد می‌گردد. جهت باد غالب یکی از مواردی است که در انتخاب محل تأثیرگذار است. گل‌باد محل بیان‌گر پایین بودن سرعت باد در مناطق شمال شرقی شهر بوکان است. عامل دوم در انتخاب محل، مرکزیت داشتن مکان از نظر فاصله با دو شهر بوکان و سیمینه و روستاهای اطراف می‌باشد. مورد بعدی پایین بودن ارتفاع مکان نسبت به ثقل جمعیت است. همه عوامل موجب گردید محدوده انتخاب در حد فاصل شهر بوکان و سیمینه و در سمت جنوب روستای کانی شقاق باشد. محل مورد نظر از وسعت مناسب برخوردار است (مساحتی در حدود ۱۳۸ هکتار) و غیر از دو شهر مذکور بیشتر روستاهای با جمعیت بالا را پوشش می‌دهد. در شکل (۱۳) نقشه محل انتخاب نشان داده شده است.

منابع

- شهابی، ه، علایی، م، حسینی، س و رحیمی، ع. ۱۳۸۹، ارزیابی روش‌های تحلیل سلسله مراتبی و ترکیب خطی وزنی در مکان‌یابی محل دفن مواد زاید شهری با تاکید بر عوامل ژئومورفیک مطالعه‌ی موردی: شهر سقز، فصل‌نامه آمایش محیط، ۱۰(۳): صص ۱۱۵-۱۳۵
- زیاری، ی و رضوانی، م، ۱۳۸۹، بررسی و مکان‌یابی مراکز خدمات پستی با استفاده از روش AHP در محیط GIS، مطالعه‌ی موردی: شهر سمنان، فصل‌نامه آمایش محیط، ۱۰(۳): صص ۷۳-۸۹
- عبدلی، م، ۱۳۷۹، مدیریت دفع مواد زاید جامد شهری، چاپ اول، انتشارات سازمان شهرداری‌های کشور، ۱۵۵ صفحه
- زیاری، ک، موسی‌خانی، ک، ابادرلو، ش و ابادرلو، س، ۱۳۹۱، مکان‌یابی دفن مواد زاید جامد شهری با استفاده از مدل AHP (نمونه موردی شهرستان جلفا)، فصل‌نامه جغرافیا و مطالعات محیطی، ۳(۱): صص ۱۴-۲۸
- Hendrix, W., Buckley, D. 1992. Use of GIS for selection of sites for land application of sewage waste. Journal of soil and water conservation, 47(3): 271-275
- Tweed, C., Sutherland, M. 2007. Built cultural heritage and sustainable

۱۴. کارتر. ب، اف، گ(نویسنده)، گروه اطلاعات زمین مرجع سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور (مترجم)، ۱۳۷۹، مدل سازی با کمک GIS برای دانش پژوهان علوم زمین، چاپ اول، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور، ۵۶۲ صفحه
15. Bertolini, M., Braglia, M. (2006); Application of the AHP Methodology in Making a Proposal for a Public Work Contract, 17 January, International Journal of Project Management 24(5), 422- 430
16. Saaty, T. 1994. Highlights and Critical Points in the Theory and Application of the Analytical Hierarchy Process. European Journal of Operational Research, 3(74): 426-447
۱۷. قدسی پور. سید حسن، ۱۳۸۷، فرایند تحلیل سلسله مراتبی، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۲۲۴ صفحه
۱۸. عیسوی. و، کرمی. ج، علیمحمدی. ع و نیک نژاد. س، ۱۳۹۱، مقایسه دو روش تصمیم گیری AHP و Fuzzy-AHP در مکان یابی اولیه سدهای زیرزمینی در منطقه طالقان، فصلنامه علوم زمین، ۲۷-۳۴ صص ۸۵(۲۲):
19. Malczewki, j. (1999), GIS and Multi Criteria Decision Analysis, John Wiley & Sons Inc. 392P
۲۰. مرکز آمار ایران، ۱۳۹۰، سالنامه آماری استان آذربایجان غربی، www.amar.org.ir
۲۱. احمدی. ع، موحد. ع و شجاعیان. ع، ۱۳۹۰، ارائه الگوی بهینه مکان یابی فضای سبز شهری با استفاده از GIS و روش AHP (منطقه مورد مطالعه: منطقه ۷ شهرداری اهواز)، فصلنامه آمایش محیط، ۱۵(۴): صص ۱۶۲-۱۴۷
- development. Journal of landscape and urban planning, 83(1): 62-69
7. Sengthanthr, V, 2004, Solid Waste Management in Urban Areas of Vientiane Capital City using GIS, 30th WEDC International Conference, Vientiane, Lao PDR, 25-29 October. 137-140
8. Contreras, F., Hanaki, K., Aramaki, T., Connors, S. 2008. Application of analytical hierarchy process to analyze stakeholders preferences for municipal solid waste management plans, Boston, USA. Journal of Resources, Conservation and Recycling, 7(52): 979-991
۹. نیرآبادی. ه و حاجی میر رحیمی. س، ۱۳۸۶، مدیریت مواد زاید شهری با استفاده از GIS، اولین کنفرانس GIS شهری، آمل، دانشگاه شمال، صص ۷۷۸-۷۸۷
۱۰. فرهودی. ر، حبیبی. ک و زندی بختیاری. پ، ۱۳۸۴، مکان یابی محل دفن مواد زاید جامد شهری با استفاده از منطق فازی در محیط GIS (مطالعه موردی شهر سنندج)، نشریه هنرهای زیبا، ۲۳(۱): صص ۱۵-۲۴
۱۱. پوراحمد. ا، حبیبی. ک، محمد زهرایی. س و نظری عدلی. س، ۱۳۸۶، استفاده از الگوریتم فازی و GIS برای مکان یابی تجهیزات شهری (مطالعه موردی: محل دفن زباله شهر بابلسر)، فصلنامه محیط شناسی، ۴۲ (۳۳): صص ۴۲-۳۱.
12. Burrough, P., Mc Donnell, R. 1998, principles of Geographic Information Systems. Second Edition. Oxford University Press. 356P
۱۳. بارو. پ(نویسنده)، طاهر کیا. حسن، (مترجم)، ۱۳۷۶، سیستم های اطلاعات جغرافیایی، چاپ اول. انتشارات سمت، ۳۶۷ صفحه

۲۲. حیدرزاده. ن، ۱۳۸۲، معیارها و ضوابط مکان یابی محل های دفن مواد زاید جامد، چاپ دوم، سازمان شهرداری ها و دهیاری ها ، ۳۷ صفحه
۲۳. پناهنده. م، ارسطو. ب، قویدل. آ و قنبری. ف، ۱۳۸۸، مکان یابی جایگاه دفن پسماند در شهرستان سمنان با استفاده از مدل AHP و نرم افزار GIS.
- دوازدهمین همایش ملی بهداشت محیط ایران، تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۲۴. زمردیان. م، ۱۳۸۶، کاربرد جغرافیایی طبیعی در برنامه ریزی شهری و روستایی، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه پیام نور، ۲۲۴ صفحه